

# Cultures vivrières associées à de jeunes cocotiers, exemples au Vanuatu

## *Food crop intercropping with young coconut palms, examples in Vanuatu*

J. OLLIVIER<sup>(1)</sup>, C. DANIEL<sup>(2)</sup>, S. BRACONNIER<sup>(3)</sup>

**Résumé.** — Au Vanuatu, comme dans d'autres archipels du Pacifique, les cultures vivrières associées aux jeunes cocotiers intensifient l'exploitation de la terre et assurent des revenus supplémentaires pendant la phase improductive de la cocoteraie. Deux essais ont montré la possibilité de cultiver igname, manioc, taro, patate douce, arachide, durant les quatre premières années de la plantation des cocotiers. Par rapport au témoin, cocotier pur, les cultures intercalaires ne paraissent pas avoir compromis le développement végétatif et sexué des arbres. Par contre, les cultures ont accentué la diminution des éléments échangeables du sol, en particulier le potassium. Le manioc et l'igname, par exemple, ont eu, pour les deux premières campagnes, des rendements respectifs moyens de 58 et 15 t/ha cultivé. Le vieillissement des cocotiers qui augmente la compétition racinaire et réduit le taux de transmission du rayonnement incident, seulement 30 à 40 % sous des cocotiers de 5 ans, entraîne une réduction du rendement des cultures associées, soit seulement 26 t/ha de manioc pour les deux dernières campagnes. Ces cultures associées auraient permis en milieu paysan une valorisation de la journée de travail, très variable selon les cultures et les campagnes, mais pouvant être estimée entre US\$ 5 et 10 pour le manioc et l'igname, mais seulement US\$ 2 à 3 pour la patate douce et l'arachide. En conclusion, des cultures vivrières judicieusement choisies et échelonnées durant les premières années d'une jeune cocoteraie, doivent assurer des revenus supplémentaires pouvant favoriser la réussite de programmes de rénovation des vieilles cocoteraies. L'étude est poursuivie quant aux effets de cette intensification sur la fertilité du sol et le comportement des cocotiers.

**Mots clés.** — Cocotier jeune, association de culture, rayonnement

### INTRODUCTION

Au Vanuatu, comme dans d'autres archipels du Pacifique, l'accroissement de la population et la limitation des ressources en terre cultivable entraînent une utilisation plus intensive du sol avec réduction des durées de jachère. Le pays s'étant lancé dans un effort de rénovation de sa cocoteraie, il est apparu nécessaire de tenter d'accroître les revenus au cours de la phase improductive de la culture du cocotier, tout en préservant au maximum le potentiel de production des arbres et la fertilité du sol.

### MATERIEL ET METHODES

#### Localisation

Deux essais ont été mis en place sur l'île de Espiritu Santo. L'essai CC14, a été mené sur la station CARFV<sup>(4)</sup> de Saraoutou et le CC15 a été mis en place en milieu paysan, site de Fanafo.

**Abstract.** — In Vanuatu, as in other Pacific archipelagos, food crop intercropping with young coconut palms intensifies land use and provides additional income pending the start of coconut production. Two trials have shown that it is possible to grow yam, cassava, taro, sweet potato and groundnut during the first four years after planting coconut palms. Compared to the control, coconut grown as a monoculture, the intercrops did not seem to jeopardize the vegetative growth and sex differentiation of the palms. However, they did exacerbate the reduction in exchangeable elements in the soil, particularly potassium. For example, cassava and yam produced mean yields of 58 and 15 t/ha planted respectively for the first two years. As the coconut palms grew, root competition increased and the incident radiation transmission rate fell - only 30 to 40% under 5-year-old coconut palms - intercrop yields also fell, with only 26 t/ha of cassava for the last two years. On smallholdings, these intercrops appear to have valorized the working day to various extents depending on the crop and year, and profits can be estimated at between US\$ 5 and 10 for cassava and yam, but only US\$ 2 to 3 for sweet potato and groundnut. In conclusion, carefully chosen food crops staggered over the first few years of a new coconut planting undoubtedly provide additional income that may increase the success of programmes to renew old coconut plantations. The study of the effects of such intensification on soil fertility and coconut performance is continuing.

**Key words.** — Young coconut palm, intercropping, radiation

### INTRODUCTION

In Vanuatu, as in other Pacific archipelagos, the increase in population levels and reduction in the amount of land available for planting have led to more intensive soil use, with a reduction in fallow periods. As the country has launched a programme to renew its coconut plantations, it is now necessary to find a way of increasing income pending the start of coconut production, whilst maintaining coconut production potential and soil fertility as much as possible.

### MATERIAL AND METHODS

#### Site

Two trials were set up on Espiritu Santo. Trial CC14 was carried out at the VARTC<sup>(4)</sup> Saraoutou station and CC15 on a smallholding near Fanafo.

(1) CIRAD-CP, Programme cocotier, Vanuatu

(2) CIRAD-CP, Unité de recherche en agronomie, Montpellier, France

(3) CIRAD-CP, Unité de recherche en agrophysiologie, Vanuatu

(4) CARFV : Centre Agronomique de Recherche et de Formation du Vanuatu

(1) CIRAD-CP, Coconut Programme, Vanuatu

(2) CIRAD-CP, Agronomy Research Unit, Montpellier, France

(3) CIRAD-CP, Agrophysiology Research Unit, Vanuatu

(4) VARTC : Vanuatu Agricultural Research and Training Centre

Ils sont tous les deux, situés sur des sols de plateaux ferrallitiques faiblement désaturés humifères argileux d'origine corallienne.

### Dispositif

Chaque essai comprend 2 répétitions, la première plantée avec la variété de cocotier Grand Vanuatu (GVT) et la seconde avec l'hybride Nain Rouge Vanuatu par Grand Vanuatu (NRV × GVT).

Pour le CC14, il s'agit d'une replantation d'août 1988 faite à la densité de 143 arbres par hectare selon un dispositif de 9 m en triangle équilatéral, avec orientation nord-sud des lignes.

Le CC15 a été planté en février 1989 sur déforestation, la répétition 2, abattue deux ans avant la répétition 1, a été utilisée comme pâturage avant plantation. Les lignes de cocotiers sont orientées est-ouest en triangle à 8,50 m donnant une densité de 160 arbres par hectare.

Chaque parcelle comprend 9 arbres utiles (3 lignes de 3 cocotiers).

Sur les parcelles mises en culture, 2 interlignes et 2 demi-interlignes de cocotiers sont utilisés pour les cultures intercalaires.

### Types de rotations et calendrier

Dans les deux essais, quatre cycles de cultures vivrières se sont succédés sur une période de 39 mois, chaque culture intervenant en différentes positions dans chacune des rotations.

Dans chaque rotation se succèdent trois cycles de cultures pures et un cycle de plantes à tubercules en mélange.

*Both trials are on slightly desaturated humus-bearing clayey ferrallitic plateau soils of coralline origin.*

### Design

*Each trial has two replicates, the first planted with Vanuatu Tall (VTT) and the second with the Vanuatu Red Dwarf × Vanuatu Tall (VRD × VTT).*

*CC14 is an August 1988 replanting at a density of 143 palms per hectare in a 9-m equilateral triangle design with the rows running North-South.*

*CC15 was planted in February 1989 on cleared forest; replicate 2, which was felled two years before replicate 1, was used as pasture before replanting. The coconut palms are planted in 8.5-m triangles in rows running East-West, i.e. a density of 160 palms per hectare.*

*Each plot has nine useful palms (three rows of three).*

*In the trial plots, two coconut interrows and two half-interrows were used for intercropping.*

### Types of rotations and schedule

*In both trials, four food crop cycles were completed over a 39-month period, with each crop grown in a different position in each rotation.*

*Each rotation comprised three monoculture cycles and a mixed tuber cycle.*

TABLEAU I. — Type de rotations du CC14 — (*Type of rotations in CC14*)

Rotation (Rotation)	1er cycle (1st cycle) 11/88-08/89	2e cycle (2nd cycle) 08/89-05/90	3e cycle (3rd cycle) 06/90-06/91	4e cycle (4th cycle) 07/91-02/92
1	Mélange (Mixture)	Taro (Taro)	Igname (Yam)	Patate puis arachide (Sweet potato then groundnut)
2	Taro (Taro)	Mélange (Mixture)	Patate puis arachide (Sweet potato then groundnut)	Igname (Yam)
3	Igname (Yam)	Patate puis arachide (Sweet potato then groundnut)	Mélange (Mixture)	Taro (Taro)
4	Patate puis arachide (Sweet potato then groundnut)	Igname (Yam)	Taro (Taro)	Mélange (Mixture)
5	Témoin cocotier pur (Coconut monoculture control)			
Mélange	igname + patate + taro (Mixture: Yam + potato + taro)			

TABLEAU II. — Type de rotations du CC15 — (*Type of rotations in CC15*)

Rotation (Rotation)	1er cycle (1st cycle) 05/89-04/90	2e cycle (2nd cycle) 04/90-02/91	3e cycle (3rd cycle) 02/91-11/91	4e cycle (4th cycle) 12/91-08/92
1	Taro (Taro)	Manioc (Cassava)	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)	Mélange (Mixture)
2	Mélange (Mixture)	Taro (Taro)	Manioc (Cassava)	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)
3	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)	Mélange (Mixture)	Taro (Taro)	Manioc (Cassava)
4	Manioc (Cassava)	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)	Mélange (Mixture)	Taro (Taro)
5	Témoin cocotier pur (Coconut monoculture control)			
Mélange	manioc + patate + taro (Mixture: Cassava + potato + taro)			

### Dispositions et surfaces occupées par les cultures intercalaires

#### • CC14

Les cultures intercalaires occupent suivant les types de 72 à 77% de la surface des parcelles élémentaires.

#### • Taro pur

Ecartement de 1 m sur la ligne et entre les lignes, avec 6 lignes par interligne de cocotiers.

#### • Patate douce puis arachide

Les patates douces sont plantées à 0,5 m sur 6 lignes écartées de 1,0 m, les arachides sont semées tous les 0,3 m sur 12 lignes à 0,5 m.

#### • Igname pur

L'igname est planté à 1 m sur 5 lignes écartées de 1,2 m.

#### • Mélange igname, patate douce, taro

Chaque interligne comprend 5 lignes de taro et 4 lignes d'igname alternées et espacées de 0,6 m. Les demi-interlignes comportent 2 lignes de taro-patate et 2 d'igname. Sur les lignes, les écartements respectifs sont de 0,5 m pour le mélange taro-patate douce et de 1,0 m pour les ignames.

#### • CC15

La densité de plantation des arbres étant différente de celle du CC14, les superficies occupées par les bandes de cultures représentent de 72 à 89% de la superficie totale des parcelles.

#### • Manioc pur

Les boutures sont plantées à 1,0 m sur 6 lignes par interligne, espacées de 0,9 m.

#### • Taro pur

Même dispositif que pour le manioc.

#### • Patate douce puis arachide

Les espacements entre les patates douces sont de 0,9 m entre les lignes et de 0,5 m sur la ligne, ceux de l'arachide étant respectivement de 0,45 m et de 0,3 m.

#### • Mélange manioc, patate douce, taro

L'interligne cocotier est planté de 5 lignes de taro-patate alternées avec 4 lignes de manioc distantes l'une de l'autre de 0,55 m, le demi-interligne comportant 2 lignes taro-patate et 2 lignes manioc.

### Matériel végétal utilisé

#### • Igname

Le premier cycle d'igname a utilisé un mélange de divers cultivars de *Dioscorea alata* et *D. trifida* ; en 2e cycle n'ont été conservés que des cultivars de *D. alata* et la sélection s'est poursuivie pour ne conserver en cycles 3 et 4 que les cultivars les plus performants.

#### • Taro

En cycle 1, trois cultivars de *Colocasia esculenta* ont été utilisés, pour n'en conserver qu'un seul pour les cycles 3 et 4.

#### • Patate douce

Les cultivars d'*Ipomea batatas* n'ont pas toujours été les mêmes.

#### • Manioc

Quatre types de manioc ont été testés en cycle 1 ; le choix en cycles 2 et 3 s'est porté sur un cultivar de taille plus courte (moins de compétition avec le cocotier pour la lumière). En

### Intercrop designs and areas

#### • CC14

Depending on the type, the intercrops took up 72 to 77% of the total area of the elementary plot.

#### • Taro monoculture

1-m spacing along the row and between the rows, with 6 rows per coconut interrow.

#### • Sweet potato then groundnut

Six rows of sweet potato, planted 0.5 m apart along the rows, with 1.0 m between the rows; 12 rows of groundnut, planted 0.3 m apart along the row, with 0.5 m between the rows.

#### • Yam monoculture

5 rows of yam 1.2 m apart, with 1-m spacing along the row.

#### • Yam-sweet potato-taro mix

Each interrow contained five rows of taro and four rows of yam, alternated and 0.6 m apart. The half-interrows had two rows of taro-sweet potato and two of yam. Spacing was 0.5 m and 1.0 m along the row for the taro-sweet potato mix and yam respectively.

#### • CC15

The planting density was different from that in CC14, and the intercrops covered 72 to 89% of the total area of the plots.

#### • Cassava monoculture

The cuttings were planted 1.0 m apart in six rows per interrow, with 0.9 m between each row.

#### • Taro monoculture

Same design as for cassava.

#### • Sweet potato then groundnut

The sweet potato plants were 0.5 m apart, with 0.9 m between the rows; the groundnut was 0.3 m apart, with 0.45 m between the rows.

#### • Cassava-sweet potato-taro mixture

There were five rows of taro-sweet potato per coconut interrow, alternated with four rows of cassava 0.55 m apart. Each half-interrow contained two rows of taro-sweet potato and two rows of cassava.

### Planting material used

#### • Yam

The first yam cycle used a mixture of different *Dioscorea alata* and *D. trifida* cultivars and the second cycle only *D. alata*. Selection work continued, and only the best cultivars were used in cycles 3 and 4.

#### • Taro

Three *Colocasia esculenta* cultivars were used in the first cycle, of which only one was chosen for cycles 3 and 4.

#### • Sweet potato

The *Ipomea batatas* cultivars used were not always the same.

#### • Cassava

Four types of cassava were tested in cycle 1; in cycles 2 and 3, a shorter cultivar was used (less competition with the coconut palms for light). A larger cultivar was again chosen

cycle 4 un cultivar plus encombrant a été repris, les arbres étant devenus dominants.

### Travail du sol et entretien des cultures

Pour l'essai CC14, le travail de préparation du sol des interlignes a consisté en un labour suivi de deux disques légers, cette dernière opération étant reprise après chaque récolte. Le rabattage des parcelles témoins a été fait par gyrobroyage.

Dans l'essai CC15, les mêmes techniques ont été utilisées mais sans disquage mécanique entre chaque cycle. Dans les parcelles témoin il y avait un mélange d'adventices diverses et de *Mikania michraria* sur la répétition 1 et de légumineuses de couverture et de *Stenotaphrum secundatum* sur la répétition 2.

Il n'y a pas eu d'apport de fumure minérale sur les cultures intercalaires, seuls les cocotiers ont été fumés en début de saison des pluies, soit pour les deux essais, en kg/arbre :

- nov. 89 : 0.125 kg de sulf.d'amm. + 0.15 kg de chl. de potassium
- oct. 90 : 0.40 kg de sulf.d'amm. + 0.40 kg de chl. de potassium
- janv. 92 : 0.50 kg de sulf.d'amm. + 0.50 kg de chl. de potassium

### Méthode d'étude et d'observation

Les essais ont fait l'objet d'un certain nombre de mesures, d'observations et d'études :

- données climatiques pour chacun des cycles, pluviométrie, ensoleillement,
- rendements des cultures vivrières,
- développements végétatif et sexué (floraison et début de production)
- évolution des caractéristiques physiques et surtout chimiques du sol. Après le prélèvement initial (N0), le second (N1) a eu lieu environ deux ans après le début des essais. la dernière série de prélèvements (N2) a été réalisée en fin de chaque essai, c'est-à-dire 4 ans après leur mise en place,
- nutrition minérale des cocotiers par diagnostic foliaire,
- transferts radiatifs par mesure en 1993 du Rayonnement Photosynthétiquement Utile, RPU ou PAR, incident et transmis au niveau des cultures intercalaires. Le dispositif de mesure était constitué de 32 capteurs répartis sur 2 triangles adjacents délimités par 4 cocotiers et d'un capteur placé au dessus de la canopée (mesure du rayonnement incident),
- l'approche économique repose sur les conditions du moment tant pour les prix des produits marchands commercialisés que pour les temps de travaux et leurs coûts (conditions de la station de Saraoutou).

## RESULTATS AGRONOMIQUES

### Rendements des cultures vivrières par type de rotation et cycle de culture

Les évolutions des rendements des cultures associées, par répétition, en fonction de leur position dans les successions sont présentées dans les tableaux III à IV, les figures 1 et 2 reprenant les rendements moyens des deux répétitions.

Le chiffre supérieur correspond au rendement total en t/ha de culture intercalaire et le chiffre inférieur au rendement marchand.

for cycle 4, since the coconut palms had by then become dominant.

### Soil preparation and crop upkeep

In trial CC14, the soil in the interrows was ploughed, followed by light disking twice over, with the latter operation repeated after each harvesting round. The control plots were cleared using a rotary slasher.

The same techniques were used in CC15, but without mechanical disking between each cycle. In the control plots, there was a mixture of different weeds and *Mikania michraria* in replicate 1 and legume cover crops and *Stenotaphrum secundatum* in replicate 2.

No mineral fertilizers were applied on the intercrops; only the coconut palms were fertilized at the start of the rainy season, with the following quantities for the two trials (kg/palm):

- Nov. 89. 0.125 kg of ammonium sulphate +0.15 kg of potassium chloride
- Oct. 90: 0.40 kg of ammonium sulphate +0.40 kg of potassium chloride
- Jan. 92: 0.50 kg of ammonium sulphate +0.50 kg of potassium chloride

### Study and observation method

A certain numbers of measurements, observations and studies were carried out on the trials:

- climatic data for each cycle: rainfall, sunshine,
- food crop yields,
- vegetative growth and sex differentiation (flowering and start of production),
- changes in soil physical and particularly chemical characteristics. After the initial sample (N0), the second (N1) was taken around two years after the start of the trials and the last set of samples (N2) at the end of each trial, i.e. four years after they were set up,
- coconut mineral nutrition by leaf analysis,
- radiative transfer by measuring Photosynthetically Active Radiation (PAR), both incident and transmitted to the food crops. The measurements were taken using 32 sensors in two adjacent triangles comprising four coconut palms, plus a sensor placed above the canopy to measure incident radiation,
- the economic approach depended on conditions at the time as regards the price of the goods marketed and work time and cost (conditions at the Saraoutou Station).

## AGRONOMIC RESULTS

### Food crop yields per type of rotation and cropping cycle

The trends for food crop yields per replicate, depending on their position in the rotation, are given in tables III to VI. Figures 1 and 2 show the mean yields for the two replicates.

The top figure corresponds to the total yield in t/ha of intercrops and the bottom figure to the marketable yield.

TABLEAU III. — Rendements du CC14 - répétition 1 — (Yields in CC14 - replicate 1)

Cycle (Cycle)	Mélange (Mixture)			Taro pur (Taro monoculture)	Igname pur (Yam monoculture)	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)
	Igname (Yam)	Patate (Sweet potato)	Taro (Taro)			
1	3.46	10.84	6.52	16.81	8.80	12.28 + 1.11
	3.46	7.08	5.18	10.99	8.55	11.75 + 1.11
2	9.05	11.07	5.45	13.87	17.75	36.30 + 0.70
	8.52	6.75	2.86	7.49	15.48	25.62 + 0.70
3	7.49	0.80	2.28	8.85	23.76	4.18 + 0.62
	6.91	0.31	1.27	6.05	23.76	2.28 + 0.62
4	5.45	1.95	0.88	4.86	12.76	4.36 + 0.47
	4.59	1.46	0.46	3.74	12.17	2.49 + 0.47
Moyenne (Mean)	6.36	6.16	3.78	11.10	15.77	14.28 + 0.72
	5.87	3.90	2.44	7.07	14.99	10.53 + 0.72

TABLEAU IV. — Rendements du CC14 - répétition 2 — (Yields in CC14 - replicate 2)

Cycle (Cycle)	Mélange (Mixture)			Taro pur (Taro monoculture)	Igname pur (Yam monoculture)	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)
	Igname (Yam)	Patate (Sweet potato)	Taro (Taro)			
1	3.44	5.12	7.06	15.94	15.45	9.42 + 1.23
	3.15	3.48	5.60	11.75	13.84	9.09 + 1.23
2	4.15	2.22	3.64	19.22	20.37	27.96 + 0.97
	3.85	1.65	3.21	9.03	18.76	19.55 + 0.97
3	9.46	0.82	2.63	6.77	24.07	6.21 + 0.62
	8.93	0.33	0.76	4.63	24.07	3.35 + 0.62
4	5.80	1.95	0.92	4.96	10.03	4.30 + 0.41
	5.23	1.46	0.47	3.37	9.59	2.35 + 0.41
Moyenne (Mean)	5.71	2.53	3.56	11.72	17.48	11.97 + 0.81
	5.29	1.73	2.51	7.19	16.56	8.58 + 0.81

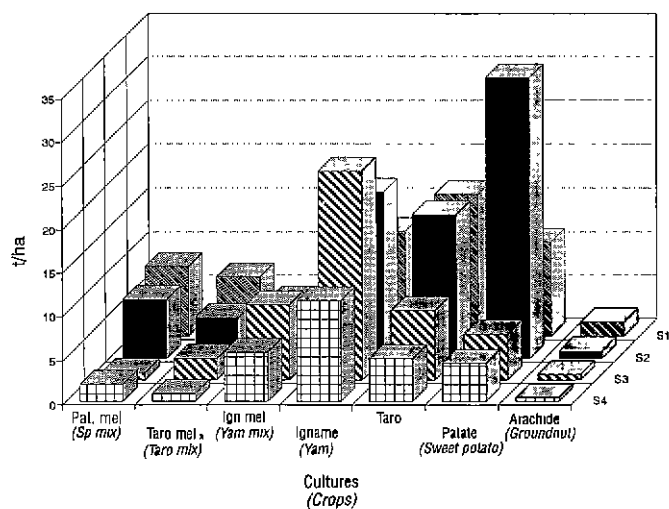


FIG. 1. — Rendements de cultures annuelles, CC14 — (Annual yields in CC14)

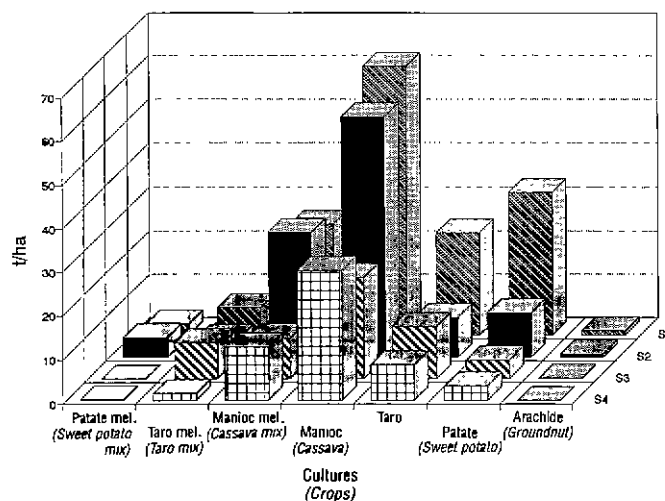


FIG. 2. — Rendements de cultures annuelles, CC15 — (Annual yields in CC15)



## • Commentaires

La production de l'igname du CC14 croît du premier (s1) au troisième (s3) cycle de culture, par suite d'une attaque d'*Adoretus versutus* au cours du premier cycle et de la sélection progressive des cultivars.

Le rendement au cycle 4 diminue vraisemblablement en raison d'une compétition plus forte pour la lumière et la nutrition (croissance des cocotiers).

Pour les deux essais, les rendements du taro diminuent du premier au dernier cycle, cette baisse existant également dans les parcelles en mélange. Plusieurs raisons peuvent être avancées: faibles précipitations de début des cycles 3 et 4, durée du cycle 4 nettement plus courte (7 mois au lieu des 10 à 11 nécessaires), et, facteur probablement important, la compétition croissante des cocotiers.

Par ailleurs, les pertes de récolte dues aux dégâts sur tubercules des adultes de "Taro beetle" (*Papuana* spp.) atteignent 38 % sur l'ensemble des rotations.

## • Comments

*Yam yields in CC14 increased from the first (s1) to the third (s3) cropping cycle, as a result of an Adoretus versutus outbreak in the first cycle and gradual selection of cultivars*

*Yields decreased in cycle 4, probably due to stronger competition for light and nutrients (coconut palm growth)*

*In both trials, taro yields decreased from the first to the last cycle, a drop which was also seen in the mixed plots. There are several possible reasons for this: low rainfall at the start of cycles 3 and 4, cycle 4 was much shorter (7 rather than the 10 or 11 months required) and, probably more importantly, increasing competition from the coconut palms.*

*Harvesting losses due to tuber damage by adult Taro beetles (Papuana spp.) reached 38% for the different rotations as a whole.*

TABLEAU V. — Rendements du CC15 - répétition 1 — (Yields in CC15 - replicate 1)

Cycle (Cycle)	Mélange (Mixture)			Taro pur (Taro monoculture)	Manioc pur (Cassava monoculture)	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)
	Manioc (Cassava)	Patate (Sweet potato)	Taro (Taro)			
1	20.66	2.40	4.34	22.59	46.32	31.54 + 1.23
	15.65	2.06	3.19	19.53	36.12	24.62 + 1.23
2	35.87	6.55	8.10	9.28	60.64	14.69 + 0.73
	29.61	3.51	5.64	5.97	48.79	10.84 + 0.73
3	9.09	0.00	8.16	12.94	20.59	2.93 + 0.36
	9.09	0.00 <sup>(1)</sup>	7.25	11.23	14.76	1.60 + 0.36 <sup>(1)</sup>
4	13.67	0.49	1.62	8.69	29.65	0.17 <sup>(2)</sup>
	10.62	0.41	0.00	7.01	23.26	0.17 <sup>(3)</sup>
Moyenne (Mean)	19.82	2.36	5.55	13.37	39.30	12.33 + 0.77
	16.24	1.49	4.02	10.93	30.73	9.31 + 0.77

(1) Dégâts de cochons sauvages (Wild pig damage)

(2) Pas de semis d'arachide (No groundnut sown)

(3) Dégâts de bovins (Cattle damage)

TABLEAU VI. — Rendements du CC15 - répétition 2 — (Yields in CC15 - replicate 2)

Cycle (Cycle)	Mélange (Mixture)			Taro pur (Taro monoculture)	Manioc pur (Cassava monoculture)	Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)
	Manioc (Cassava)	Patate (Sweet potato)	Taro (Taro)			
1	30.60	2.93	8.12	24.57	77.08	34.54 + 0.75
	27.55	2.38	6.22	18.99	67.75	29.24 + 0.75
2	21.63	2.43	0.26	8.72	49.73	5.45 + 0.73
	16.72 <sup>(1)</sup>	1.70 <sup>(1)</sup>	0.00 <sup>(1)</sup>	5.04	39.06	3.12 + 0.73 <sup>(1)</sup>
3	9.09	0.00	8.12	10.76	25.68	5.45 + 0.00
	9.09	0.00 <sup>(1)</sup>	7.17	9.18	19.78	3.75 + 0.00 <sup>(1)</sup>
4	10.60	0.00	1.29	7.26	29.58	6.29 <sup>(3)</sup>
	7.60	0.00	0.47	5.88	21.93	4.48
Moyenne (Mean)	17.98	1.33	4.45	12.83	45.52	12.93 + 0.49
	15.24	1.02	3.46	9.77	37.13	10.15 + 0.49

(1) Dégâts de cochons sauvages (Wild pig damage)

(2) Pas de semis d'arachide (No groundnut sown)

(3) Dégâts de bovins (Cattle damage)

Les productions de patate douce marquent dans les deux essais une diminution avec les cycles, réduction que l'on retrouve dans les cultures en mélange. La très forte production du deuxième cycle du CC14, 32,1 t/ha, peut s'expliquer par un meilleur choix du matériel végétal et par des conditions de culture favorables.

La production d'arachide des deux essais décroît régulièrement avec les cycles. L'arachide, plante de lumière comme la patate douce, semble souffrir sensiblement plus dans le CC15 qui présente un ombrage plus dense que celui du CC14.

La production de manioc du CC15 est, pour les deux premiers cycles, la plus élevée de toutes les cultures.

*Sweet potato yields in both trials fell in each cycle, including when mixed with other crops. The very high yield in CC14 in the second cycle - 32.1 t/ha - was undoubtedly due to a better choice of planting material and favourable cropping conditions.*

*Groundnut yields in both trials fell steadily from cycle to cycle. Groundnut, which like sweet potato needs light, seemed to suffer much more in CC15, where the shade was denser than in CC14.*

*Cassava yields in CC15 were the highest of all the crops in the first two cycles.*

La compétition croissante des cocotiers, pour la lumière et sans doute également au niveau des systèmes racinaires, semble être là encore le facteur déterminant de la baisse des rendements avec l'âge des arbres.

Les cultures en mélange présentent sensiblement les mêmes tendances que celles en culture pure.

La comparaison des deux types de mélange montre un effet dépressif du manioc sur la patate douce plus important que celui de l'igname (Tabl. VII).

La comparaison des rendements en cultures pures et en mélanges est donnée dans le tableau VII, les rendements des trois parcelles de cultures pures sont comparées avec l'équivalent en surface de cultures en mélange.

Le bilan du CC14 présente, pour les cultures pures ou en mélange, des rendements à l'hectare de terre cultivée globalement similaires, à l'exception du premier cycle, en faveur du mélange.

En revanche, le CC15 montre un effet positif du mélange par rapport aux cultures pures, le gain de rendement le plus net est pour le manioc où l'avantage apparaît dans les quatre cycles.

*Increasing competition from the coconut palms for light and undoubtedly also at root level again, seemed to be the determining factor in the lower yields seen as the palms grew.*

*The mixed crops showed more or less the same trends as the monocultures.*

*A comparison of the two types of mixtures shows that cassava had a more significant depressive effect than yam on sweet potato yields (Table VII).*

*A comparison of yields from monocultures and mixed crops is made in table VII: the yields for the three monoculture plots are compared with the equivalent area of mixed crops*

*CC14 shows similar yields per hectare of land planted with monocultures or a mixture, with the exception of the first cycle, when mixed crop yields were higher.*

*However, CC15 shows the positive effect of mixing compared to monocultures. The most marked yield gain was for cassava, which produced higher yields in all four cycles.*

**TABEAU VII. — CC14 et CC15 - Bilans par cycle des cultures pures et des mélanges, rendements comparés en t/ha de culture et t/ha de terre — (CC14 and CC15 - Yields per cycle from monocultures and mixtures, in terms of t/ha planted and t/ha of land)**

CC14	Cycle de culture (Cycle crop)	1		2		3		4	
		pur (monoculture)	mélange (mixture)	pur (monoculture)	mélange (mixture)	pur (monoculture)	mélange (mixture)	pur (monoculture)	mélange (mixture)
Rdt/ha culture	Taro (Taro)	16.4	6.8	16.5	4.5	7.8	2.5	4.9	1.0
	Igname (Yam)	12.1	3.4	19.0	6.6	23.9	8.5	11.4	5.6
(Yield/ha planted)	Patate (Sweet potato)	10.9	8.0	32.1	6.6	5.2	0.8	4.3	1.9
	Arachide (Groundnut)	1.2		0.8		0.6		0.4	
Rdt/ha terre (Yield/ha of land)	Bilan (Balance)	13.5	18.2	22.8	17.7	12.5	11.8	7.0	8.5

CC15	Cycle de culture (Cycle crop)	1		2		3		4	
		pur (monoculture)	mélange (mixture)	pur (monoculture)	mélange (mixture)	pur (monoculture)	mélange (mixture)	pur (monoculture)	mélange (mixture)
Rdt/ha culture	Taro (Taro)	23.6	6.2	9.0	4.2	11.8	8.1	7.9	1.4
	Igname (Yam)	61.7	25.3	55.2	28.8	23.1	9.1	29.6	12.1
(Yield/ha planted)	Patate (Sweet potato)	33.0	2.7	10.1 <sup>(1)</sup>	4.5 <sup>(1)</sup>	4.2 <sup>(1)</sup>	0.0 <sup>(1)</sup>	3.2 <sup>(1)</sup>	0.2 <sup>(1)</sup>
	Arachide (Groundnut)	1.0		0.7		0.2 <sup>(1)</sup>			
Rdt/ha terre (Yield/ha of land)	Bilan (Balance)	39.7	34.3	25.0	37.5	13.1	17.2	19.3	13.7

(1) Dégâts de porcs (Pig damage)

## Comportement du cocotier

### • Développement végétatif

Dans l'ensemble du CC14 (Tabl. VIII) les développements végétatif et sexué ne semblent pas modifiés par la présence de cultures intercalaires. Au contraire, le développement sexué serait plutôt amélioré.

L'effet apparemment dépressif de la rotation 4 pour la répétition 1 par rapport aux autres, sur la circonférence au collet et le nombre de feuilles émises, est davantage lié à une hétérogénéité qu'au type de successions de culture, puisque cet écart apparaissait dès la première mesure de mai 1989, 9 mois après la plantation.

En revanche, sur le CC15 (Tabl. IX), il est constaté un effet dépressif sur le développement végétatif du cocotier des rotations 2 et 4 qui ont reçu du manioc en première année, 12 mois après la plantation. Les différences s'estompent ensuite, néanmoins le retard de croissance apparaît encore au 37<sup>e</sup> mois et sur la floraison au 42<sup>e</sup> mois de la répétition 1.

## Coconut performance

### • Vegetative development

*In CC14 as a whole (Table VIII), vegetative development and sex differentiation did not seem to be affected by the intercrops, and in fact, sex differentiation was improved somewhat.*

*The apparently depressive effect of rotation 4 compared to the others in replicate 1 on girth and the number of leaves emitted was more linked to heterogeneity than to the type of crop rotation, since this gap was observed as soon as the first measurement in May 1989, only 9 months after planting.*

*However, in CC15 (Table IX), there was a depressive effect on coconut vegetative development in rotations 2 and 4, which were planted with cassava in year 1, 12 months after planting. The differences then faded, but growth was still delayed in month 37 and flowering in month 42 in replicate 1.*

Il est à noter, par ailleurs, un certain retard à la floraison des arbres des rotations 3 et 4 de la répétition 2, malgré des croissances végétatives normales. Peut-on attribuer cela à des successions de cultures plus épuisantes ? Il est de fait que les quantités de matière sèche exportée/ha y sont plus élevées que pour les deux autres types de rotation (Tabl. X).

• Nutrition minérale des cocotiers

Les résultats des prélèvements foliaires d'août 1992 sont récapitulés dans le tableau XI.

Les analyses ne montrent pas de déficiences majeures hormis pour l'élément Cl, certaines teneurs individuelles n'atteignant que 0,14% (teneur maximale = 0,30%). De légères déficiences en N sont notées sur la répétition 2 du CC15 (minima de 1,57 sur la rotation 2), mais sans différence avec celle du témoin cocotier pur. Les teneurs en N, P, K et Mg y sont plus faibles que dans la répétition 1 ce qui est à rapprocher probablement de l'antécédent pâturage.

Par ailleurs, il n'apparaît pas de relation entre les teneurs foliaires du cocotier et les quantités de MS exportée par les cultures intercalaires.

*Flowering was also somewhat behind in rotations 3 and 4 in replicate 2, despite normal vegetative growth. Can this be put down to a more exhausting type of crop rotation? In any event, the amounts of dry matter exported/ha were higher than for the other two types of rotation (Table X).*

• Coconut mineral nutrition

*The results of the August 1992 leaf samples are given in table XI. The analyses did not reveal any major differences except for Cl, for which certain individual contents only reached 0.14% (maximum content = 0.30%). Slight N deficiencies were seen in replicate 2 of CC15 (minimum of 1.57 in rotation 2), but this was no different from the coconut monoculture control. N, P, K and Mg contents were lower than in replicate 1, which can probably be put down to the fact that the area was previously pasture.*

*Furthermore, there did not seem to be any link between coconut leaf contents and the amount of DM exported by the intercrops.*

TABLEAU VIII. — Essai CC14 - Développements végétatif et sexué des cocotiers — (Trial CC14 - Coconut vegetative development and sex differentiation)

Rotations (Rotations)	Circonférence au collet à 44 mois (04/92) en cm (Girth at 44 months - 04/92 in cm)		Nb feuilles émises de la plantation à 32 mois (04/91) (No. of leaves emitted from planting to 32 months - 04/91)		% arbres en fleur à 48 mois (08/92) (% palms in flower at 48 months - 08/92)	Nb de régimes et noix/arbre à 48 mois (08/92) (No. of bunches and nuts/palm at 48 months - 08/92)	
	GVT (VTT)	NRV × GVT (VRD × VTT)	GVT (VTT)	NRV × GVT (VRD × VTT)	GVT (VTT)	NRV × GVT (VRD × VTT)	
	Rép 1	Rép 2	Rép 1	Rép 2	Rép 1	Régimes (Bunches)	Noix <sup>(1)</sup> (Nuts)
1	187	166	26.4	30.1	77	6.2	85
2	186	170.5	25.5	31.1	55	6.2	83
3	179	167	27.4	30.4	55	6.3	78
4	157	171	24.7	31.3	22	6.3	67
Moyenne (Mean)	177 (96)	169 (106)	26.0 (103)	30.7 (99)	52 (236)	6.25 (106)	78 (102)
Témoins cocotier pur (Coconut monoculture control)	185 (100)	159 (100)	25.3 (100)	31.0 (100)	22 (100)	5.9 (100)	76 (100)

(1) Noix de taille ≥ à la taille du poing (Nuts ≥ the size of a fist)

TABLEAU IX. — Essai CC15 - Développements végétatif et sexué des cocotiers — (Trial CC15 - Coconut vegetative development and sex differentiation)

Rotations (Rotations)	Circonférence au collet à 37 mois (03/92) en cm (Girth at 37 months - 03/92 in cm)		Nb feuilles émises de la plantation à 37 mois (03/92) (No. of leaves emitted from planting to 37 months - 03/92)		% arbres en fleur à 42 mois (08/92) (% palms in flower at 48 months - 08/92)	Nb de régimes et noix/arbre à 42 mois (08/92) (No. of bunches and nuts/palm at 42 months - 08/92)	
	GVT (VTT)	NRV × GVT (VRD × VTT)	GVT (VTT)	NRV × GVT (VRD × VTT)	GVT (VTT)	NRV × GVT (VRD × VTT)	
	Rép 1	Rép 2	Rép 1	Rép 2	Rép 1	Régimes (Bunches)	Noix <sup>(1)</sup> (Nuts)
1	184	165	36.7	41.6	12	4.0	47
2	159.5	168	33.6	42.0	0	2.2	31
3	170.5	169	37.4	39.2	33	1.7	21
4	168	161	32.4	38.1	11	1.4	17
Moyenne (Mean)	170 (98)	166 (91)	35.0 (101)	40.2 (98)	14	2.3 (62)	29 (74)
Témoin cocotier pur (Coconut monoculture control)	174 (100)	182 (100)	34.6 (100)	40.8 (100)	0	3.7 (100)	39 (100)

(1) Noix de taille ≥ à la taille du poing (Nuts ≥ the size of a fist)



TABLEAU X. — Quantité de matière sèche (MS) exportée par rotation et par répétition des deux essais, en t/ha — (*Amount of dry matter (DM) exported per rotation and per replicate in the two trials, in t/ha*)

Rotations (Rotations)	CC14		CC15	
	Rép 1	Rép 2	ép 1	Rép 2
1	19.65	20.00	43.84	38.46
2	19.16	14.08	24.41	34.50
3	19.25	19.15	50.62	39.66
4	14.98	14.17	36.55	46.89

Des taux de matière sèche moyens ont été affectés aux différentes cultures : igname = 25%, patate = 32%, taro = 37%, manioc = 45%, arachide = 95%  
(*Mean dry matter rates were assigned to the different crops : yam = 25%, sweet potato = 32%, taro = 37%, cassava = 45%, groundnut = 95%*)

TABLEAU XI. — Résultats du diagnostic foliaire de fin de d'essai — (*End-of-trial leaf analysis results*)

Cocotier (Coconut)					N	P	K	Ca	Mg	Cl	S
Dens. (Dens.)	Var. (Var.)	Rg (Rank)	Trait. (Treat.)								
CC14	143	GVT (VTT)	14	Moy. rot. témoin	1.849	0.136	1.156	0.554	0.282	0.223	0.195
Rép 1	143	GVT (VTT)	14	(Mean rot. control)	1.709	0.144	1.251	0.416	0.241	0.181	0.189
CC14	143	NRV × GVT	14	Moy. rot. témoin	1.904	0.156	1.338	0.463	0.204	0.275	0.203
Rép2	143	(VRD × VTT)	14	(Mean rot. control)	1.830	0.159	1.325	0.422	0.264	0.304	0.192
CC15	160	GVT (VTT)	9	Moy. rot. témoin	1.901	0.136	1.265	0.455	0.346	0.215	0.197
Rép1	160	GVT (VTT)	9	(Mean rot. control)	1.910	0.152	1.431	0.458	0.365	0.256	0.186
CC15	160	NRV × GVT	14	Moy. rot. témoin	1.640	0.116	1.075	0.465	0.285	0.165	0.167
Rép2	160	(VRD × VTT)	14	(Mean rot. control)	1.648	0.127	1.201	0.484	0.282	0.221	0.172

## Transferts radiatifs

## • CC14

Les taux de transmission moyens du RPU (moyenne sur les 32 capteurs pour 5 jours d'observation) diffèrent selon le type de matériel végétal, le pourcentage transmis sous GVT, 38,1 %, étant inférieur à celui sous NRV × GVT soit 43,22 %. Cette différence n'est peut être pas significative, les mesures ayant été faites sur GVT par temps plus couvert (RPU incident moyen =  $699 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) que sur NRV × GVT (RPU incident moyen =  $1027 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

La transmission du RPU est variable suivant la position de chaque capteur et une représentation de l'éclairement moyen journalier (moyenne de 5 jours) des 32 positions est donnée ci-dessous :

GVT :			NRV × GVT :		
% d'incident	Nb capteurs	% surface	Nb capteurs	% surface	
< 25	3/32	9.3	3/32	9.3	
25-35	8/32	25.0	4/32	12.5	
35-45	15/32	46.8	10/32	31.2	
45-55	5/32	15.6	12/32	37.5	
> 55	1/32	3.1	3/32	9.3	

Ainsi la transmission du RPU est supérieure à 45% de l'incident sur 18,7% de la surface sous GVT et sur 46,8% de la surface sous NRV × GVT.

## • CC15

L'intensité du RPU incident sur les deux périodes de mesures ont été identiques,  $828 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$  sur GVT et  $832 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$  sur NRV × GVT.

Le pourcentage de transmission est, à l'inverse de ce qui a été observé sur CC14, supérieur sous GVT, 36,6%, que sous NRV × GVT, 31,1%. La densité de plantation plus élevée sur cet essai peut expliquer des taux légèrement plus faibles que pour le CC14.

## Radiative transfers

## • CC14

The mean PAR transmission rates (mean for the 32 sensors over 5 days of observations) differed according to the type of planting material: the percentage transmitted under VTT - 38.1 % - was lower than that for VRD × VTT - 43.22%. This difference may not be significant, since the VTT measurements were taken in cloudier weather (mean incident PAR =  $699 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) than VRD × VTT (mean incident PAR =  $1027 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

PAR transmission varied according to the position of each sensor, and mean daily transmission (over 5 days) for the 32 positions is given below:

VTT :			VRD × VTT:		
% incident	No sensors	% area	No sensors	% area	
< 25	3/32	9.3	3/32	9.3	
25-35	8/32	25.0	4/32	12.5	
35-45	15/32	46.8	10/32	31.2	
45-55	5/32	15.6	12/32	37.5	
> 55	1/32	3.1	3/32	9.3	

PAR transmission was therefore more than 45% of incident radiation on 18.7% of the area under VTT and on 46.8% of that under VRD × VTT.

## • CC15

Incident PAR intensity for the two measurement periods was identical:  $828 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for VTT and  $832 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for VRD × VTT.

Contrary to CC14, the transmission rate was higher under VTT - 36.6% - than under VRD × VTT - 31.1%. The higher planting density in this trial may explain why the rates were slightly lower than in CC14.

Les variations des taux de transmission entre les positions des capteurs apparaît dans les chiffres suivants:

GVT :			NRV × GVT :		
% d'incident	Nb capteurs	% surface	Nb capteurs	% surface	
< 25	2/32	6.2	9/32	28.1	
25-35	15/32	46.8	15/32	46.8	
35-45	11/32	34.3	7/32	21.8	
45-55	3/32	9.3	1/32	3.1	
> 55	1/32	3.1	0/32	0.0	

La transmission est nettement moindre que dans le CC14, avec seulement 12,4% de la surface sous GVT et 3,1% de la surface sous NRV × GVT qui bénéficient d'un taux de transmission supérieur à 45%.

A titre indicatif, les figures 3 et 4 récapitulent pour le CC15 les RPU moyens incident et transmis au cours de la journée.

Ces mesures, réalisées à la fin des essais, permettent de situer le climat radiatif dans l'interligne lorsque la compétition pour la lumière est devenue importante. cocotiers âgés de 4 ans. La transmission de RPU, qui au premier cycle de culture devait être maximale, s'est progressivement réduite en relation avec la croissance des arbres pour ne laisser à la fin du dernier cycle de culture qu'un rayonnement de l'ordre de 30 à 40 % du rayonnement incident. Cette modification du climat radiatif dans l'interligne explique partiellement la baisse de rendement que l'on observe au long des campagnes de culture, partiellement seulement car la concurrence au niveau racinaire a sans doute également joué un rôle dans la réduction des rendements des cultures intercalaires.

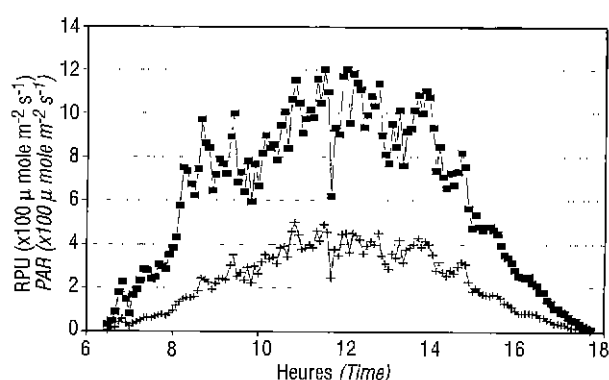


FIG. 3. — Rayonnement photosynthétiquement utile (RPU) incident et transmis, CC15 GVT (4 jours) — (Incident and transmitted PAR CC15 VTT - 4 days)

### Evolution du sol

A titre d'exemple ne sont donnés que les résultats détaillés de l'essai CC14, antécédent vieille cocoteraie (Tabl. XII à XIV).

#### • Les caractéristiques physiques

Celles de l'essai CC14 sont assez homogènes selon les répétitions avec de forts taux d'argile de 83 à 87%, des limons ne représentant que 7,5 à 10% et des sables 5 à 8%. Les caractéristiques du CC15 sont similaires.

#### • Matière organique et azote total

Les taux de matière organique (MO) et les teneurs en N total (N) sont assez élevés dans l'horizon de surface, 0-25 cm, et décroissent rapidement en profondeur, 25-50 et 50-75 cm. Sur le CC14, antécédent vieille cocoteraie, ces teneurs sont plus faibles que sur le CC15, en particulier en surface. Entre les deux répétitions du CC15, les teneurs initiales de l'horizon de surface sont légèrement plus élevées dans la répétition 1, antécédent forêt, que sur la répétition 2, antécédent forêt puis pâturage.

The variations in transmission rates between the different sensor positions are shown below:

VTT :			VRD × VTT :		
% incident	No sensors	% area	No sensors	% area	
< 25	2/32	6.2	9/32	21.1	
25-35	15/32	46.8	15/32	46.8	
35-45	11/32	34.3	7/32	21.8	
45-55	3/32	9.3	1/32	3.1	
> 55	1/32	3.1	0/32	0.0	

The transmission rate was much lower than in CC14, with only 12.4% of the area under VTT and 3.1% of that under VRD × VTT benefitting from a transmission rate of more than 45%.

For information, figures 3 and 4 summarize mean incident and transmitted PAR during the day in CC15.

These measurements, taken at the end of the trials, give a picture of the radiative climate in the interrow once competition for light became significant, i.e. with 4-year-old coconut palms. PAR transmission, which was maximum during the first cycle, fell steadily in line with palm growth, leaving a transmission rate of only 30 to 40% of the incident radiation by the end of the last cropping cycle. This change in the radiative climate in the interrow partly explains the drop in yields seen in successive cycles, but only partly, since competition at root level undoubtedly also played a role in reducing intercrop yields.

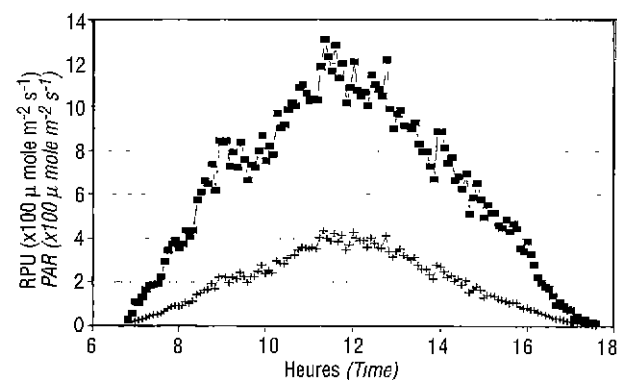


FIG. 4. — Rayonnement photosynthétiquement utile (RPU) incident et transmis, CC15 NRV × GVT (6 jours) — (Incident and transmitted PAR CC15 VRD × VTT - 6 days)

### Soil evolution

As an example, detailed results are only given for CC14, on land previously planted with coconut (Tables XII to XIV).

#### • The physical characteristics

The characteristics of trial CC14 were quite homogeneous for the different replicates, with high clay contents of 83 to 87% and only 7.5 to 10% loam and 5 to 8% sand. CC15 had similar characteristics.

#### • Organic matter and total nitrogen

Organic matter (OM) and total nitrogen (N) contents were quite high in the topsoil - 0-25 cm - but decreased rapidly in line with depth, 25-50 and 50-75 cm. In CC14, previously planted with coconut, contents were lower than in CC15, particularly in the topsoil. Of the two replicates in CC15, initial contents in the topsoil were slightly higher in replicate 1, on former forest land, than in replicate 2, previously forest then pasture.

Sur le CC14, phénomènes comparables sur le CC15, les teneurs de MO et N de l'horizon de surface du témoin sans culture restent comparables au bout de 4 ans à celles de la situation initiale après vieille cocoteraie. Par contre, après quatre années de cultures intercalaires, ces teneurs ont diminué en surface, tendance s'inversant en profondeur.

La minéralisation de cette matière organique est satisfaisante, le rapport C/N des horizons de surface étant compris, à quelques exceptions près, entre 8 et 12.

*In both CC14 and CC15, the OM and N contents in the topsoil of the control plot without intercrops were more or less the same after four years as they were initially in the soil formerly planted with coconut. However, 'after four years' in intercropping, topsoil contents fell, although this tendency was reversed deeper down.*

*Organic matter mineralization was satisfactory, with a C:N ratio in the topsoil of between 8 and 12, apart from a few exceptions*

TABLEAU XII. — CC14, répétitions 1 et 2, horizons 0-25 cm — (CC14, replicates 1 and 2, 0-25 cm horizons)

Rotation (Rotation)	N0	N1				N2				3	4
		Cocotier (Coconut)	1	2	3	4	Cocotier (Coconut)	1	2		
MO %	6.23	6.50	6.07	6.43	5.42	6.28	6.69	4.52	5.57	7.16	6.47
C %	3.62	3.78	3.53	3.74	3.15	3.65	3.52	2.63	3.24	4.16	3.76
N %	4.24	4.32	4.32	4.89	3.31	4.62	4.29	3.27	3.63	3.16	3.36
C / N	8.54	8.75	8.20	7.60	9.50	7.90	8.30	8.04	8.93	13.1	11.2
P total (Total P)	2200	2219	2316	2605	1985	2033	22.35	1980	2390	2120	2160
El. éch (Exch. el.)											
Ca	16.91	13.51	14.07	14.97	12.50	14.11	13.91	14.54	16.95	14.24	15.23
Mg	4.30	3.29	3.17	2.50	2.49	2.74	2.73	3.01	3.16	3.22	3.76
K	0.63	0.34	0.70	0.34	0.32	0.50	0.47	0.25	0.39	0.34	0.50
Na	0.74	0.17	0.16	0.15	0.17	0.12	0.15	0.19	0.16	0.15	0.18
Al	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	22.88	17.34	18.15	17.98	15.50	17.50	17.28	17.99	20.66	17.94	19.66
CEC	26.19	18.34	19.06	18.78	16.75	18.70	18.32	19.28	21.65	18.84	20.23
Sat. %	87	95	95	96	93	94	95	93	95	95	97
El. tot (Tot. el.)											
Ca	26.45	26.10	27.04	35.33	22.12	26.76	28.10	21.31	28.19	21.54	23.43
Mg	18.69	18.88	18.28	18.52	17.34	17.43	19.34	16.9	17.91	17.87	17.48
K	3.38	3.38	4.11	3.93	3.64	4.9	3.58	2.97	3.55	3.22	3.44
Na	4.71	4.27	3.80	5.28	4.12	3.66	4.35	3.19	2.94	3.36	3.82
Fe	14.14	14.12	14.40	13.97	14.58	14.03	13.87	14.16	13.81	14.14	14.14
Al	11.67	11.81	12.09	11.68	12.29	11.89	11.72	12.13	11.69	12.21	12.03
pH eau (Water pH)	6.4	6.5	6.15	6.60	6.10	6.80	6.40	6.15	6.15	6.20	6.20

#### • Capacité d'échange cationique (CEC)

Les taux de saturation du complexe d'échange sont, dans l'ensemble, très élevés et supérieurs à 90%.

La CEC dans le CC14 décroît en profondeur.

Sur les parcelles témoin du CC14, la CEC de tous les horizons diminue fortement durant les deux premières années pour se stabiliser ensuite. On retrouve le même phénomène, et dans les mêmes proportions, sur les parcelles avec cultures intercalaires.

Dans l'essai CC15, la mise sous cultures intercalaires n'entraîne une diminution de la CEC que pour l'horizon de surface après abattage de la forêt. En profondeur, on n'observe pas d'effet dépressif des cultures.

#### • Eléments échangeables et totaux

Sur le CC14, Ca échangeable diminue légèrement par rapport à la situation initiale sans que le phénomène prenne des proportions différentes selon la profondeur ou le type d'exploitation, cocotier pur ou cocotier avec cultures intercalaires.

Sur le CC15, les teneurs en Ca échangeable des deux horizons de surface sont sensiblement plus déprimées par les cultures intercalaires que sous cocotiers purs.

La diminution avec le temps des teneurs en Mg échangeable est importante, en particulier dans l'horizon 0-25 cm et pour les traitements avec cultures intercalaires. Le phénomène est identique dans CC15.

#### • Cation exchange capacity (CEC)

*On the whole, the saturation rates of the exchange complex were very high, more than 90%.*

*The CEC in CC14 decreased with depth.*

*In the CC14 control plots, the CEC of all the horizons fell sharply over the first two years, but then stabilized. The same phenomenon was seen, to the same extent, in the plots with intercrops.*

*In trial CC15, intercropping only resulted in a decreased CEC in the topsoil after forest felling. It did not have a depressive effect deeper down.*

#### • Exchangeable and total elements

*Exchangeable Ca in CC14 fell slightly compared to the initial situation, but the extent of the phenomenon did not vary according to depth or type of cropping: coconut monoculture or with intercrops.*

*In CC15, exchangeable Ca contents in the top two horizons were significantly more depressed by the intercrops than under a coconut monoculture.*

*There was a significant reduction over time in exchangeable Mg contents, particularly in the 0-25 cm horizon and for treatments with intercrops. Exactly the same phenomenon was seen in CC15.*

TABLEAU XIII. — CC14, répétitions 1 et 2, horizons 25-50 cm — (CC14, replicates 1 and 2, 25-50 cm horizons)

Rotation (Rotation)	N0	N1					N2				
		Cocotier (Coconut)	1	2	3	4	Cocotier (Coconut)	1	2	3	4
M0 %	3.97	4.66	4.58	4.90	4.70	4.02	3.87	2.53	3.42	3.16	2.51
C %	2.31	2.71	2.66	2.85	2.73	2.34	2.25	1.47	1.99	1.84	1.46
N ‰	3.10	3.32	3.25	3.61	2.79	2.71	2.38	1.83	2.65	2.10	2.02
C / N	7.45	8.20	8.20	7.90	9.80	8.60	9.45	8.03	7.51	8.76	7.23
P total (Total P)	2200	1959	2167	2184	2114	18.35	1700	1530	2080	2800	1742
El. éch (Exch. el)											
Ca	13.75	12.31	12.87	14.89	12.11	12.13	12.57	11.68	14.00	12.78	11.96
Mg	3.53	2.91	2.79	2.34	2.56	2.46	3.44	2.49	2.93	2.77	3.01
K	0.58	0.37	0.70	0.29	0.34	0.23	0.22	0.05	0.27	0.75	0.15
Na	0.37	0.21	0.17	0.15	0.17	0.15	0.21	0.22	0.16	0.14	0.23
Al	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	18.40	15.83	16.55	17.69	15.20	14.99	16.44	14.44	17.35	16.43	15.34
CEC	20.66	17.00	17.73	18.78	16.64	16.58	17.13	15.78	18.38	17.47	15.76
Sat. %	89	93	93	94	92	90	95	91	94	94	97
El. tot (Tot. el.)											
Ca	19.21	20.78	22.64	26.07	19.82	19.63	18.31	17.01	21.31	18.45	16.49
Mg	16.51	17.40	17.04	16.91	15.89	15.90	17.51	14.20	16.37	16.13	15.12
K	3.04	3.12	4.14	3.34	3.56	3.28	3.12	2.22	3.25	3.98	3.07
Na	3.33	3.58	3.47	3.38	3.68	2.48	3.21	2.47	3.23	2.88	2.95
Fe	14.32	14.19	14.08	14.50	14.12	14.33	14.40	13.78	14.05	14.49	13.85
Al	12.39	12.42	12.13	12.16	12.27	12.24	12.35	12.76	12.22	12.50	12.60
pH eau (Water pH)	6.4	6.25	6.25	6.65	6.20	6.80	6.40	6.35	6.20	6.40	6.30

TABLEAU XIV. — CC14, répétitions 1 et 2, horizons 50-75 cm — (CC14, replicates 1 and 2, 50-75 cm horizons)

Rotation (Rotation)	N0	N1					N2				
		Cocotier (Coconut)	1	2	3	4	Cocotier (Coconut)	1	2	3	4
M0 %	2.00	2.58	2.58	3.29	3.70	3.46	1.77	1.96	2.05	2.46	1.96
C %	1.16	1.50	1.50	1.91	2.15	2.01	1.03	1.14	1.19	1.43	1.14
N ‰	1.83	1.90	2.07	2.25	2.34	2.51	1.35	1.50	1.53	1.66	1.67
C / N	6.34	7.95	7.20	8.50	9.20	8.00	7.63	7.60	7.78	8.61	6.83
P total (Total P)	1458	1735	1843	1926	2113	1833	1508	1600	1690	1760	1762
El. éch (Exch. el)											
Ca	11.16	9.93	10.35	13.19	11.32	11.04	9.81	10.66	11.22	11.49	10.39
Mg	2.83	2.49	2.44	2.19	2.34	2.41	2.99	2.51	2.31	2.51	2.79
K	0.12	0.10	0.19	0.25	0.27	0.21	0.14	0.05	0.21	0.34	0.31
Na	0.54	0.27	0.34	0.19	0.24	0.21	0.31	0.28	0.17	0.20	0.30
Al	0.00	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	14.71	12.84	13.33	15.83	14.19	13.88	13.25	13.50	13.90	14.54	13.79
CEC	16.01	14.33	14.77	17.26	15.51	15.27	13.75	14.51	14.77	15.03	14.35
Sat. %	92	95	90	92	92	91	96	93	94	96	96
El. tot (Tot. el.)											
Ca	14.39	15.47	15.60	21.97	18.46	17.16	14.27	15.14	15.48	15.60	14.29
Mg	14.24	14.82	13.85	15.76	15.24	14.95	13.79	13.05	13.12	14.41	13.92
K	1.92	2.49	2.73	3.32	3.26	3.08	2.79	1.96	3.05	3.48	3.59
Na	2.64	2.78	2.89	3.10	2.83	2.82	2.07	2.09	2.92	2.41	2.46
Fe	13.96	13.83	13.52	14.13	14.17	14.13	13.65	13.99	13.28	13.94	13.70
Al	12.58	12.69	12.64	12.58	12.30	12.56	13.04	13.02	12.98	12.81	12.87
pH eau (Water pH)	6.45	6.25	6.25	6.60	6.20	6.40	6.40	6.40	6.45	6.50	6.40

La réduction des teneurs en K échangeable n'existe que pour les deux horizons de surface sans effet aggravant clair des cultures intercalaires.

Quels que soient les horizons ou les traitements, il n'est pas possible de mettre en évidence de variations marquées des éléments totaux.

Par contre, dans le CC15, les teneurs en K échangeable baissent régulièrement durant les quatre années de l'essai, phénomène concernant tous les horizons et plus accentué sur les rotations que sur les témoins. Les cultures associées paraissent même entraîner une diminution de K total.

## APPROCHE ECONOMIQUE

### Généralités

Les productions marchandes ont été commercialisées à des prix de vente assez élevés en raison de la faible élasticité du marché et de quantités vendues relativement modestes, soit en US \$/kg : igname = 0.42, taro = 0.25, patate = 0.17, arachide = 0.83, manioc = 0.12.

Les coûts de production affectés à chaque cycle de culture représentent essentiellement ceux de la main d'oeuvre. Les essais ayant été conduits avec du personnel de station, base de rémunération journalière de US \$ 4,2, ils ont été particulièrement soignés et les temps de travaux sont relativement peu représentatifs de ce que l'on peut trouver en condition villageoise.

### Temps de travaux

Les temps moyens de travaux en homme/jour/ha se sont élevés à :

- 600 j pour l'igname et 500 pour le manioc,
- 300 j pour le taro,
- 550 j pour les mélanges igname (ou manioc) + taro + patate
- 800 j pour la succession patate puis arachide.

### Revenus bruts et nets

L'évolution des revenus bruts (vente des produits marchands) et nets (revenu brut - coût de main d'oeuvre) des cultures associées en fonction de leur position dans les successions est donné pour chacun des essais dans les tableaux XV et XVI.

*The only reduction in exchangeable K was seen in the top two horizons, but the intercrops had no clear depressive effect.*

*No marked variations in total elements were detected, irrespective of the horizon or treatment.*

*However, in CC15, exchangeable K contents fell steadily over the four years of the trial. This phenomenon covered all the horizons, and was more marked in the rotations than in the controls. The intercrops even seemed to lead to a reduction in total K.*

## ECONOMIC APPROACH

### Background

*The marketable products were sold at quite high prices due to the low flexibility of the market and the relatively low quantities, viz. (in US\$/kg): yam = 0.42, taro = 0.25, sweet potato = 0.17, groundnut = 0.83, cassava = 0.12*

*The production costs for each cropping cycle were primarily labour costs. As the trials were carried out using staff from the station, at a daily rate of US\$ 4.20, the work was particularly efficient and the work times largely unrepresentative of smallholder conditions.*

### Work times

*Mean work times in man-days/ha were.*

- 600 for yam and 500 for cassava,
- 300 for taro,
- 550 for the yam (or cassava) + taro + sweet potato mixtures
- 800 for sweet potato followed by groundnut.

### Gross and nett income

*The trends for gross income (sale of marketable products) and nett income (gross income - labour costs) for the intercrops according to their position in the rotations are given for each of the trials in tables XV and XVI.*

TABLEAU XV. — CC14, évolution des revenus par cycle et par culture, en US \$/ha de culture — (CC14, income trends per cycle and per crop, in US\$/ha planted)

Cycle (Cycle)	Cultures en mélange (Mixed crops)			Taro pur (Taro monoculture)			Igname pur (Yam monoculture)			Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)		
	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)
1	3 603	1 912	1 691	2 842	1 975	867	4 667	2 232	2 434	2 709	4 565	-1 856
2	4 034	2 657	1 377	2 065	1 286	779	7 132	3 077	4 055	4 458	3 558	900
3	3 608	2 572	1 036	1 334	986	348	9 966	3 352	6 614	984	3000	-2 016
4	2 403	2 572	-169	889	1 243	-354	4 533	2 480	2 053	773	3 086	-2 313
Moy.(Mean)	3 412	2 428	984	1 782	1 372	410	6 574	2 785	3 789	2 231	3 552	-1 321



TABLEAU XVI. — CC15, évolution des revenus par cycle et par culture, en US \$/ha de culture — (CC15, income trends per cycle and per crop, in US\$/ha planted)

Cycle (Cycle)	Cultures en mélange (Mixed crops)			Taro pur (Taro monoculture)			Igname pur (Yam monoculture)			Patate + arachide (Sweet potato + groundnut)		
	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)	Revenu brut (Gross income)	Coûts (Costs)	Revenu net (Nett income)
1	4 245	2 806	1 439	4 814	3 395	1 419	6 492	2 417	4 074	5 315	6 304	- 989
2	4 035	2 558	1 477	1 376	2 520	-1 144	5 490	2 572	2 918	1 617	3 933	-2 316
3	1 627	2 558	- 931	2 552	2 572	- 20	2 159	2 469	- 310	597	2 420	-1 823
4	1 233	1 485	- 252	1 611	1 749	- 138	2 824	1 388	1 435	387	2 017	-1 630
Moy.(Mean)	2 785	2 352	433	2 588	1 559	- 29	4 241	2 211	2 030	1 979	3 668	-1 689

Les revenus bruts et nets de chaque type de culture ont tendance à décroître du cycle 1 à 4, le revenu brut du mélange se maintient sur les trois premiers cycles, la hausse des rendements en igname compensant la baisse de celles des taro et patate.

La patate, excepté au cycle 2, l'arachide et le taro ont des revenus qui baissent au cours des cycles successifs.

La même tendance de baisse des revenus au cours des cycles successifs apparaît sur toutes les cultures du CC15.

Les revenus provenant du manioc en pur ou en mélange sont, malgré des rendements supérieurs, plus faibles que ceux obtenus avec l'igname, le prix de vente du manioc étant inférieur.

#### Rémunération à l'hectare et à la journée de travail

En se plaçant dans le cadre du travail familial, la rémunération correspond au revenu brut ramené à l'ha ou à la journée de travail.

Celle par ha peut varier de US \$ 390 (CC15, cycle 4, patate puis arachide) à US \$ 9.970 (CC14, cycle 3, igname).

Compte tenu des temps de travaux, les niveaux de rémunération de la journée de travail varient de façon importante: la culture la plus rémunératrice est l'igname qui donne dans le meilleur des cas (cycle 3) un montant de US \$ 12 /journée de travail (jt) et dans le moins bon seulement US \$ 7,6 (cycle 4). la moyenne sur les quatre cycles étant de US \$ 9,8.

Le manioc vient en seconde position avec une rémunération moyenne de US \$ 8/jt. Les rémunérations moyennes des cultures en mélange sont pour le CC14 et le CC15, respectivement de US \$ 6,0 et 4,7/jt et celles du taro respectivement de US \$ 5,3 et 2,0/jt.

Les rémunérations les plus faibles par journée de travail sont obtenues avec la patate douce et l'arachide qui sont en moyenne sur le CC14 et le CC15, respectivement de US \$ 2,2 et 2,6/jt.

#### • Evolution des revenus nets

Si l'on admet un coût du travail sur une base salariée de US \$ 4,2/jt, les revenus nets accusent de grandes variations pouvant même devenir négatifs (Tabl. XV et XVI).

Dans le CC14, les cultures en mélange ont un revenu net par ha variant de US\$ 1.000 à 1.700, devenant négatif dans la rotation 4, qui a donné en dernier cycle des rendements faibles pour les 3 plantes.

La culture de taro donne un revenu net qui varie de US\$ 350 à 870 au cours des trois premiers cycles et qui devient négatif quand il est placé en quatrième position, rotation 3.

Pour l'igname, les revenus nets sont toujours positifs croissant au cours des trois premières saisons US\$ 2.000 à 6.600, le revenu le plus bas étant ici également observé en quatrième saison.

La culture de la patate douce suivie par l'arachide donne systématiquement des revenus nets négatifs sauf dans la rotation 3 où cette culture est placée en deuxième saison avec une très forte production de patate.

The gross and nett incomes from each type of crop tended to decrease from cycles 1 to 4, but the gross income for the mixture remained stable over the first three cycles, since the increased yam yields compensated for the lower taro and sweet potato yields.

The income from sweet potato, except in cycle 2, groundnut and taro decreased over successive cycles.

The same downward trend was seen for all the crops in CC15 in successive cycles.

Despite higher yields, the income from cassava grown as a monoculture or mixed was lower than that from yam, since the cassava selling price was lower.

#### Payment per hectare and per working day

For family labour, payment corresponds to the gross income per ha or per working day.

Payment per ha varied from US\$ 390 (CC15, cycle 4, sweet potato then groundnut) to US\$ 9,970 (CC14, cycle 3, yam).

Given the different work times, income levels per working day varied significantly: the most profitable crop was yam, which at best (cycle 3) produced an income of US\$ 12/working day and at worst (cycle 4) only US\$ 7.60, with a mean for all four cycles of US\$ 9.80.

Cassava was second, with an average income of US\$ 8/working day. The mean income from mixed crops in CC14 and CC15 was US\$ 6.00 and 4.70/working day respectively, with that from taro US\$ 5.30 and 2.0/working day.

The lowest income per working day was obtained from sweet potato and groundnut: a mean of US\$ 2.2 and 2.6/working day respectively in CC14 and CC15.

#### • Nett income trends

If labour costs are based on a salary of US\$ 4.20/day, nett income varied considerably, even becoming negative in some cases (Tables XV and XVI).

In CC14, the nett income per ha for a mixture of crops varied from US\$ 1000 to 1,700, becoming negative in rotation 4, in which yields were low for all three crops.

Taro generated a nett income of between US\$ 350 and 870 over the first three cycles, but which became negative when it was placed in fourth position, i.e. in rotation 3.

The nett income from yam was always positive, increasing over the first three seasons from US\$ 2,000 to 6,600, with the lowest income again observed in the fourth season.

Sweet potato followed by groundnut systematically generated a negative nett income, except in rotation 3 where it was placed in the second season, with very high sweet potato yields.

Sur le CC15, les cultures en mélange donnent des revenus positifs au cours des deux premiers cycles, US\$ 1.450 et négatifs pour les deux dernières saisons.

La culture de taro pur ne donne un revenu net positif qu'en premier cycle, alors qu'en seconde saison la baisse de production et les dégâts provoqués par le "taro beetle" entraînent le revenu net le plus déficitaire ; les deux derniers cycles affichent des résultats négatifs mais proches de l'équilibre.

La culture de manioc pur a un revenu positif 3 saisons sur 4 variant de US\$ 1.430 à 4.070 ; en 3e cycle, rotation 2, il est négatif en raison des dégâts de porcs, néanmoins le manioc montre les meilleurs résultats pour l'ensemble de l'essai.

#### Comparaison des résultats économiques des cultures pures ou en mélange

Les revenus bruts à l'ha de terre cultivée sont comparés pour les deux types de stratégies, cultures pures ou en mélange (Tabl. XVII et XVIII).

Pour l'ensemble des successions du CC14, il ne ressort pas de différence nette en faveur de l'une ou l'autre des stratégies. Par contre, la rémunération de la journée de travail est à l'avantage de la culture pure pour 3 cycles sur 4, avec une moyenne sur l'ensemble des successions de US\$ 6,5/jt contre 6,0 pour le mélange.

Pour l'ensemble des successions du CC15, le revenu brut du mélange équivaut à celui des cultures pures. Les rémunérations à la journée travaillée sont à l'avantage de la culture pure dans 3 cycles sur 4 (cycles 1, 3, 4), mais sur l'ensemble de l'essai la rémunération moyenne est équivalente, de l'ordre de US\$ 4,8/jt.

*In CC15, the mixed crops produced a positive income in the first two cycles - US\$ 1,450 - and negative for the last two.*

*The taro monoculture only produced a positive nett result in the first cycle: in the second season, the drop in yields and taro beetle damage resulted in the most negative nett income, the results for the last two cycles were negative but almost balanced.*

*The cassava monoculture generated a positive income 3 seasons out of 4, varying from US\$ 1,430 to 4,070; in the third cycle, rotation 2, it was negative, due to pig damage, but cassava produced the best results for the trials as a whole.*

#### Comparison of the economic results for monocultures and mixed crops

*The gross income per ha of cultivated land was compared for the two types of strategy, monocultures or mixtures (Tables XVII and XVIII).*

*There was no marked difference between the two strategies in any of the rotations in CC14. However, income per working day was higher for monocultures in three out of four cycles, with a mean for all the rotations of US\$ 6.50/working day, compared to 6.0 for the mixture.*

*For CC15, for the successions as a whole, the gross income from the mixture was the same as that from monocultures. Income per working day was again higher for monocultures in three out of four cycles (cycles 1, 3 and 4), but mean income for the trial as a whole was the same, around US\$ 4.80/working day.*

**TABEAU XVII. — CC14, revenus bruts comparés, en US \$/ha et par cycle, de cultures pures et en mélanges — (CC14, comparative gross income, in US\$/ha and per cycle, of monocultures and of mixed crops)**

		Cycle (Cycle)		1		2		3		4	
		Culture (Crop)		pur (mono.)	mélange (mixture)	pur (mono.)	mélange (mixture)	pur (mono.)	mélange (mixture)	pur (mono.)	mélange (mixture)
Revenu brut/ha de culture (Gross income/ha planted)	Taro (Taro)			2 842	1 347	2 065	758	1 334	254	889	115
	Igname (Yam)			4 667	1 375	7 132	2 575	9 966	3 300	4 533	2 043
	Patate (Sweet potato)			1 734	879	3 763	699	468	53	407	243
	Arachide (Groundnut)			1 000	—	666	—	500	—	333	—
Revenu brut/ha de terre (Gross income/ha of land)				3 414	3 601	4 542	4 032	4 089	3 607	2 054	2 401

**TABEAU XVIII. — CC15, revenus bruts comparés, en US \$/ha par cycle, de cultures pures et en mélanges — (CC15, comparative gross income, in US\$/ha per cycle, of monocultures and of mixed crops)**

		Cycle (Cycle)		1		2		3		4	
		Culture (Crop)		pur (mono.)	mélange (mixture)	pur (mono.)	mélange (mixture)	pur (mono.)	mélange (mixture)	pur (mono.)	mélange (mixture)
Revenu brut/ha de culture (Gross income/ha planted)	Taro (Taro)			4 814	1 175	1 376	705	2 552	1 059	1 611	59
	Manioc (Cassava)			6 492	2 699	5 490	2 895	2 159	567	2 824	1 138
	Patate (Sweet potato)			4 490	369	1 009	434	447	—	387	34
	Arachide (Groundnut)			833	—	583	—	167	—	—	—
Revenu brut/ha de terre (Gross income/ha of land)				5 543	4 243	2 819	4 034	1 775	1 626	1 607	1 231

## CONCLUSIONS ET DISCUSSIONS

Les résultats obtenus sur ces deux essais permettent de faire certaines recommandations notamment en ce qui concerne la meilleure succession des cultures dans le temps. Il semble ainsi préférable de placer la patate douce et l'arachide au cours du premier ou du second cycle de culture, plantes de lumière, le taro, apparemment moins sensible à l'ombrage, pouvant encore donner d'assez bons rendements en troisième cycle.

Grâce à un meilleur choix variétal, le rendement de l'igname a augmenté entre le premier et le troisième cycle, celui obtenu en année 4 demeure satisfaisant, démontrant ainsi que cette plante supporte assez bien la concurrence croissante des cocotiers.

Quant au manioc, le rendement élevé des premier et second cycles, se maintient par la suite à la moitié de ceux-ci, montrant ainsi une relative tolérance à la compétition.

Les mesures de transfert radiatif réalisées en fin d'essais ont donné une première évaluation des taux de transmission du rayonnement au niveau des cultures intercalaires des interlignes cocotier. La concurrence pour la lumière n'est cependant qu'un des éléments pouvant expliquer la diminution progressive des rendements des cultures associées, la compétition racinaire devant également être prise en considération.

Les différents cycles de culture n'ont pas fortement perturbé la croissance des arbres, bien qu'un certain retard dans la floraison mérite d'être suivi avec attention.

L'occupation croissante du sol par les racines des cocotiers a vraisemblablement porté préjudice aux cultures associées. Par ailleurs, l'absence d'apports fertilisants sur les cultures associées a conduit à un certain appauvrissement du sol en éléments échangeables et totaux, notamment en K.

Ces expériences, menées sur quatre années, ont montré que les cultures associées sont susceptibles d'améliorer le revenu du petit planteur ; elles sont d'ailleurs déjà pratiquées par nombre d'entre eux. Les résultats de ces expérimentations contribuent à l'évaluation économique des systèmes d'exploitation et à la promotion de systèmes de culture à base de cocotier plus performants.

Des cultures intercalaires judicieusement choisies et échelonnées doivent permettre de valoriser la phase improductive d'une plantation de jeunes cocotiers, élément important pour tout programme de modernisation des cocoteraies paysannes. De bons rendements marchands peuvent être obtenus avec l'igname ou le manioc.

Les principales contraintes sont liées aux débouchés possibles, mais aussi aux temps de travaux nécessaires à ces cultures, le recours à une main d'œuvre salariée réduisant d'autant leur rentabilité.

## CONCLUSIONS AND DISCUSSION

*The results obtained in these two trials make it possible to issue certain recommendations, particularly on the most effective crop rotations over time. Hence it seems preferable to place sweet potato and groundnut in the first or second cropping cycle, since they need light, whilst taro, which seems to be less sensitive to shade, is still capable of producing good yields in the third cycle.*

*Due to a better choice of planting material, yam yields increased between the first and the third cycle, whilst those obtained in cycle 4 were still satisfactory, proving that this plant can withstand increased competition from coconut palms.*

*The high cassava yields in the first and second cycles are halved but maintained thereafter, showing relative tolerance of competition.*

*The radiative transfer measurements carried out at the end of the trials provided an initial evaluation of radiation transmission to the crops planted in the coconut interrows. However, competition for light is only one of the possible reasons for the steady drop in intercrop yields, since root competition should also be taken into account.*

*The different cropping cycles did not affect coconut palm growth much, although flowering was somewhat late, and this should be monitored closely.*

*Increasing soil occupation by the coconut palm roots probably had an adverse effect on the intercrops. Furthermore, the fact that no fertilizers were applied on the intercrops led to a degree of soil impoverishment in exchangeable and total elements, particularly K.*

*These trials, carried out over four years, showed that intercrops are a good way of improving smallholder income, indeed, they are already being planted by many farmers. The results of these trials will contribute to an economic assessment of farming systems and the promotion of more productive coconut-based farming systems.*

*Carefully chosen and rotated intercrops should make it possible to valorize the unproductive phase in young coconut plantations, an important factor for any programme attempting to modernize smallholder coconut plantations. Good returns can be obtained with yam or cassava.*

*The main constraints lie in the possible outlets, but also in the work time required for such crops, since using paid labour obviously reduces their profitability.*

## RESUMEN

**Cultivos de plantas comestibles asociados con cocoteros jóvenes ejemplos en Vanuatu**

J. OLLIVIER, C. DANIEL y S. BRACONNIER, *Oléagineux*, 1994, 49, N°3, p. 91-108

En Vanuatu, como en otros archipiélagos del Pacífico, los cultivos de plantas comestibles asociados con cocoteros jóvenes intensifican la explotación de la tierra y aseguran ingresos adicionales durante la fase improductiva del cocotal. Dos ensayos han mostrado la posibilidad de cultivar ñame, mandioca, taro, batata, maní, durante los cuatro primeros años de la plantación de los cocoteros. En relación con el testigo, cocotero puro, los cultivos intercalares no parecen haber comprometido el desarrollo vegetativo y sexuado de las plantas. En cambio, los cultivos han aumentado la disminución de los elementos intercambiables del suelo, en particular el potasio. Por ejemplo, la mandioca y el ñame han tenido, para las dos primeras campañas, rendimientos respectivos medios de 58 y 15t/ha cultivado. El envejecimiento de los cocoteros que incrementa la competencia racinar y reduce la tasa de transmisión de la radiación incidente, solamente el 30 al 40% debajo de cocoteros de 5 años, acarrea una reducción del rendimiento de los cultivos asociados, o sea solamente 26t/ha de mandioca para las dos últimas campañas. Estos cultivos asociados hubieran permitido en medio ambiente campesino una valorización del jornal, muy variable según los cultivos y las campañas, pero que se puede estimar entre US \$ 5 y 10 para la mandioca y el ñame, pero solamente US \$ 2 a 3 para la batata y el maní. En resumidas cuentas, cultivos de plantas comestibles escogidas con razón y espaciadas durante los primeros años de un cocotal joven, deben asegurar ingresos adicionales que puedan favorecer el éxito de los programas de renovación de antiguos cocotales. El estudio emprendido sobre los efectos de esta intensificación en la fertilidad del suelo y el comportamiento de los cocoteros.

**Palabras claves.** — Cocotero joven, asociación de cultivo, radiación



**FIG. 1.** — Essai CC15, Culture associée de manioc en second cycle — (*Trial CC15, cassava intercrop in second cycle*)



**FIG. 2.** — Essai CC15, Culture associée de taro en second cycle — (*Trial CC15, taro intercrop in second cycle*)



**FIG. 3.** — Essai CC15, vue d'ensemble ; au premier plan : culture associée d'arachide après patate douce, en second cycle — (*Trial CC15, general view ; in fore : ground-nutt intercrop after sweet potato, in second cycle*)